

ÉVELŐ FÜVEINK KÉMIAI VIZSGÁLATA

I. TARLÓMARADVÁNYOK ÉS FÖLDALATTI RÉSZEK

OROSZLÁN I., SZOLNOKI J. és FELFÖLDY L.

Magyar Tudományos Akadémia Tihanyi Biológiai Kutatóintézete

(Érkezett: 1951. október 1.)

Intézetünk Növénytani Munkaközössége öt éves terve során a füves vetésforgó szempontjából fontos fűvek kiválasztására és vizsgálatára irányuló feladatok közül az évelő fűvek föld alatti részének illetve »tarlómaradványainak« kémiai analizisét 1950 őszén kezdtük meg.

Ezekkel a vizsgálatainkkal konkrét adatokat kívántunk szerezni a beszántásra kerülő maradványok összetételére vonatkozóan, emellett azonban érdemesnek látszott az a probléma is, hogy vajjon az egyes fű fajok, sőt azokon belül a különféle törzsek (alfajok, változatok, fajták) között van-e különbség ilyen szempontból? Ez a kérdés másképpen azt jelenti, hogy van-e értelme egyáltalán az ilyen irányú vizsgálódásnak, esetleg ilyen célú egyedkiválasztásnak, növénynemesítésnek? Néhány módszertani kérdéssel is foglalkoztunk, különösen a lignin, cellulóze és más szénhidrátok meghatározását illetőleg, hogy ezzel is segítségére siessünk az ilyen irányban dolgozó gyakorlati szakembereknek.

Anyag és módszerek

Tudjuk azt, hogy az évelő fűvek kémiai összetétele függ azok korától (*Brown*, 1943, *Stoddart* 1945, *Weinmann* 1948 stb.). Természetes dolog, hogy ha arra vagyunk kíváncsiak, hogy az évelő fűvek föld alatti részei pontosabban tarlómaradványai milyen anyagokat juttatnak a talajba, akkor a minták gyűjtését a beszántás idején kell elvégeznünk. Ez pedig az őszi esők megindulása után van, hiszen egyik célunk éppen az, hogy a leszántott részek anaerobiás körülmények között kezdjenek bomlásnak indulni (*Viljamsz*, 1950. 307). A mintákat 1950 október 28 és november 8 között szedtük az Intézet élő fajtagyűjteményéből, 2—3 éves gyepekből. A mintákat nem vágthatjuk szét egyszerűen föld feletti és föld alatti részekre, mert mindkét fél annyira heterogén, hogy nem kaphatunk belőlük konkrét eredményt. *Viljamsz* (1950. 101—115.) fejtegetéseinek figyelembevételével az alábbi frakciókat különböztettük meg:

I. Föld feletti részek.

1. Élő levél. (A második kaszálás után sarjadt, élő, zöld levéllemezek tömege.)

2. Holt levél. (Szár, barna, halott lemezek összessége.)

3. Élő torzsa. (A kaszáláskor a vegetatív hajtásból visszamaradt részek, melyekből rendszeren a friss levelek sarjadnak. Tulajdonképpen élő levélhüvelyek összessége, halványzöld, nedvdús részek.)

4. Holt torzsa. (Mint az előző, de halott, száraz részek ; néha, pl. a *Dactylis* vagy *Festuca pratensis* esetében igen tömört, korhadt, nemezszerű, csak az ellenállóbb rostok kuszált szövedékéből áll.)

5. Szalma torzsa. (A virágzó szár halott, kemény, fásodott szalmaszerű töve.)

II. Föld alatti részek.

6. Gyöktörzs. (A föld alatti szár ; a különféle füvek szerint változó megjelenésű : *Dactylis*, *Festuca pratensis*-nél vaskos, néha ujjnyi vastag rész ; *Poa pratensis* : nyulánk, drótszerű stoló, *Festuca valesiaca*-nál hiányzik stb.)

7. Gyökérzet. (Az élő és holt gyökerek összesége.)

8. Az egész növény kiszárítva és porrártörve.

A begyűjtendő füveket ásóval kb. 50 cm mélyen körülástuk, majd a ráragadt földet vízsugárral alaposan lemostuk. A kimosás körülményes és hosszadalmas munka. Ezzel a módszerrel két nehézség jár együtt. Az egyik az, hogy a földtől különösen a gyöktörzset és a gyökérzetet tökéletesen megtisztítani nem lehet, tehát pl. a hamu-analíziseknél feltétlenül számolnunk kell a ráragadt homok- és földszemcsék zavaró hatásával, másrészt a kimosás alatt lucskossá áztatott élő anyagból szárazanyag tartalmat megállapítani nem lehet.

I. Táblázat

Gr. 12. Réti csenkesz	<i>Festuca pratensis</i> Huds.	Vad tihanyi törzs. 1945-től tenyésztjük
Gr. 80. Nádképű csenkesz	<i>F. arundinacea</i> Schreb.	Vad tihanyi törzs. 1946-tól tenyésztjük
N. 3. Roszner-féle vörös csenkesz	<i>F. rubra</i> L.	Nemesített törzs, Bábolnapusztáról
Gr. 93. Velszi csenkesz	<i>F. valesiaca</i> Schleich.	Vad tihanyi törzs, 1946-tól tenyésztjük
N. 6. Felsővasdinnyei csomós ebír	<i>Dactylis glomerata</i> L.	Nemesített törzs Bábolnapusztáról
T. 4. Erdei csomós ebír	<i>D. Aschersoniana</i> Gräbn.	Vad tihanyi törzs, 1946-tól tenyésztjük
Réti perje	<i>Poa pratensis</i> L. s. l.	Vadon gyűjtött tihanyi növény

A földtől így megtisztított anyagot ollóval apró, kb. 1 cm-es darabokra vagdaltuk és elektromos szárító szekrényben 110 C°-on súlyállandóságig szárítottuk őket. Minden adatunkat erre a szárazanyagra számítottuk ki.

A vizsgálat alá vett füvek adatait az I. Táblázat tartalmazza.

* * *

Nyershamu. A megőrölt növényi részeket óvatos elhamvasztás után 700 C°-on hevítettük kb. 2 és fél óra hosszat, míg azok teljesen ki nem fehéredtek.

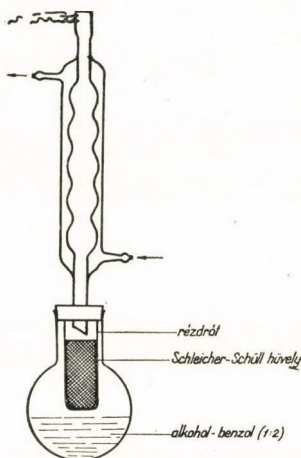
Kalcium. Ismert mennyiségű hamut 25 tf. %-os sósavban oldottunk és 50 ml-es mérőlombikba szűrtük át. 1 g kristályos ammóniumkloridot adtunk hozzá, majd *Groák* indikátor (*Groák* 1931. 294) jelenlétében kevés cc. ammónium-hidroxiddal színátcsapásig lúgosítottuk, majd pár csepp cc. ecetsavval vissz savanyítottuk és deszt. vízzel jelig feltöltöttük. Ebből az alapoldatból 20 ml-t centrifugacsőbe pipettáztunk, adtunk hozzá 1 ml telített ammóniumoxalat-oldatot, üvegbottal alaposan felkevertük és szobahőmérsékleten kb. 6 óra hosszat inkubáltuk. A csapadékot centrifugálással elválasztottuk, háromszor mostuk híg ammóniás vízzel (5 ml NH_4OH + 250 ml deszt. víz). Az utolsó mosóvíz dekantálása után a csapadékot meleg n- H_2SO_4 -val felvettük és 0,1 n KMnO_4 -tal forrón titráltuk. 1 ml 0,1n KMnO_4 2 mg kalciumot mér. A kalcium leválasztását ilyen kísérleti körülmények között nem érdemes megismételni (*Murer*, 1937).

Össz-nitrogén. Kb. 500 mg szárazanyagot 50 ml-es *Kjeldahl* lombikban roncsoltunk 5 ml cc. kénsav és 10 ml 30% H_2O_2 segítségével, kevés szelén katalizátor keverék jelenlétében (v. ö. *Sarudi* 1948. 320.). A roncsolás befejezte után 50 ml-es mérőlombikba mostuk át a kristálytisztá anyagot kvantitatíve. Kétszer 10 ml-t desztilláltunk át *Parnass—Wagner* készülékkel 40% NaOH-dal történő lúgosítás után. Az ammóniát 10 ml kb. 4 %-os bórsav oldatban fogtuk fel és *Groák* indikátor jelenlétében 0,1n HCl-val titráltuk. 1 ml 0,1n HCl 1,4 mg N-t mér.

Össz-foszfor. *Urbach* (1931) általunk módosított módszerével határoztuk meg kolorimetriásan. A nitrogén meghatározáshoz roncsolt és 50 ml-re feltöltött anyagból 1 ml-t kémcsőben kevertünk össze a reagensek előírt mennyiségének megfelelően csökkentett adagjaival és félórás állás után *Pulfrich* fotométerrel stufóztuk S 61 szűrővel. Minden széria előtt standard görbét szerkesztettünk megfelelő kálium dihidrofoszfát oldat hígításával, mert tapasztalataink szerint, valószínűleg a vegyszerek tisztátalansága és bomlása miatt egyszerű szorzószámmal nem tudtunk dolgozni. Így azonban igen jól reprodukálható eredményeket kaptunk.

Eljárásunk röviden a következő: Kémcsőben az alapoldat 1 ml-éhez 4 ml deszt. víz, majd 1 ml 7 %-os NaHSO_3 oldat és 1 ml molibdénsav oldat jön (50 g ammónium molibdát ad 1000 ml n- H_2SO_4). Ezután 1 ml hidrochinon oldatot adunk (20 g hidrochinon + 1 ml cc H_2SO_4 ad 1000 ml deszt. víz). 5 percnyi állás után 6 ml karbonátszulfid oldat következik (75 g nátriumszulfid ad 500 ml deszt. víz, és 2000 ml 20 %-os vízmentes nátriumkarbonát oldat keveréke). 30 perc múlva kolorimetráljuk. Természetesen mind a nitrogén, mind a foszfor meghatározásoknál vak próbát is kell készítenünk a reagensek tisztaságának ellenőrzésére.

Alkohol-benzol extrakt. 105 C°-on kiszárított anyagot 1 : 2 alkohol-benzol eleggyel 10 óráig extraháltunk a Besson extraháló elve alapján házilag összeállított készülékben (1. ábra). A 10 órás extrakciós idő elégséges voltáról magunk győződöttünk meg az alábbi vizsgálatok alapján, amit nádképű csenkesz (*Festuca arundinacea*) élő levelével végeztünk :



1. ábra. Házilag összeállított extraháló készülékünk vázlata

II. Táblázat

Különböző idejű alkohol-benzol extrakció hatása

Bemérés	1,8030 g	1,5228 g
Súlyvesztesség	0,3045 g	0,2371 g
6 órás extrakció,	16,88%	15,57%
8 órás extrakció,	0,3381 g 18,75%	0,2685 g 17,63%
10 órás extrakció,	0,3362 g 18,64%	0,2713 g 17,75%
12 órás extrakció után	0,3380 g 18,71%	0,2718 g 17,78%

Amint a táblázatból kitűnik, felesleges 10 órán túl extrahálni, mert ennyi idő alatt a finomra őrölt és kiszárított növényi anyagból az összes alkohol-benzol oldékony anyagok kioldódnak.

Pektin, ammóniumoxalát oldható anyagok (Phillips, Davis and Weihe 1942. 535). Az alkohol-benzollal extrahált és szárított anyag tetszés szerinti részét

G 1 üvegszűrő tégelybe mértük. A tégelyt alul gumidugóval bedugtuk és 0,5%-os ammóniumoxalát oldattal megtöltve 85 C°-ú vízfürdőn tartottuk, gyakori keverés közben, egy óra hosszat. Ezután leszűrjük a tégelyből az erősen barnára színezett oldatot és a digerálást ugyanilyen koncentrációjú és hőfokú ammóniumoxaláttal addig ismételtük, amíg az összes pektin ki nem oldódott. Erről úgy győződünk meg, hogy a leszívatott ammóniumoxalátos oldat egy részéhez 4-szeres mennyiségű sósavval savanyított alkoholt adtunk. Ha csapadék kiválást nem észleltünk, az ammóniumoxalátos extrakciót befejeztük. A maradékot vízzel mostuk, míg oxalát mentes nem lett, majd 96% alkohollal öblítjük és 60 C°-on súlyállandóságig szárítjuk vákuumban.

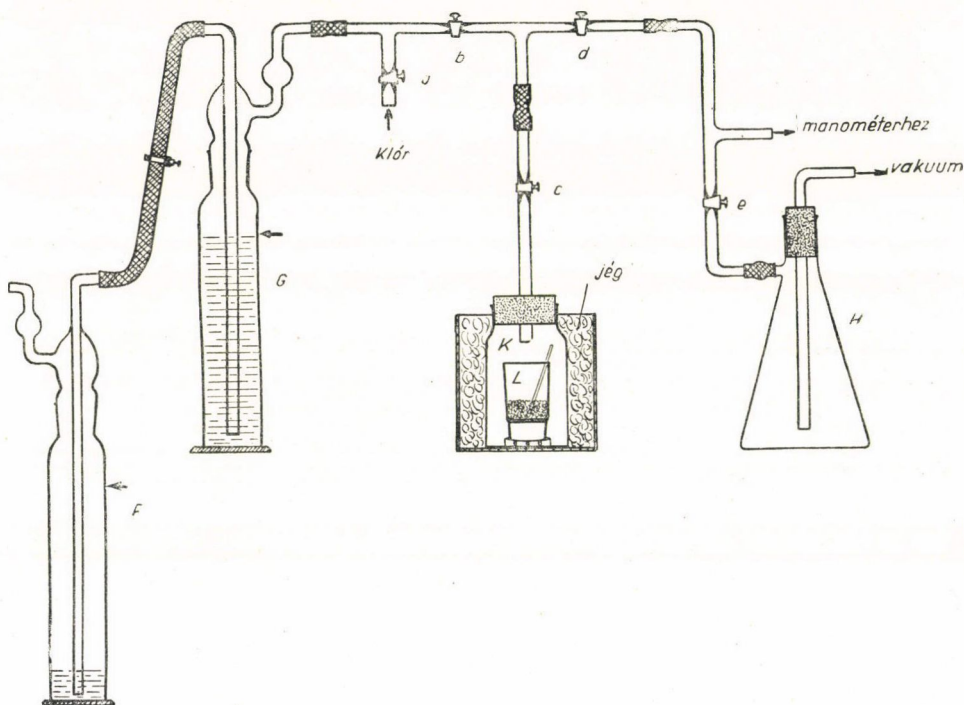
Cross-Bevan cellulóze. A növényi anyagok cellulóze meghatározására szolgáló összes módszerek azon alapszanak, hogy a cellulóze mellől az egyéb alkatrészeket hidrolízis, oxidáció, vagy más kémiai úton eltávolítva a maradékot mérjük. Ezeknek a módszereknek az a hátránya, hogy egyrészt a nem-cellulóze anyag, különösen a lignin és a nehezen hidrolizálható pentozánok és hexozánok teljesen nem távolíthatók el, másrészt a felhasznált vegyszerek többé-kevésbé magát a cellulózt is megtámadják. Azok a módszerek, melyek a cellulóze savas hidrolízise útján nyert végső terméket, a glukózt határozzák meg, sem eléggé megbízhatók, hisz a hidrolízis mértéke kézzelfogható módon nem ellenőrizhető. Abszolút módszer tehát a cellulóze meghatározására nincs. Tekintve azonban, hogy a legtöbb esetben a különböző növények és növényi részek cellulóze tartalma közti különbségekre vagyunk kíváncsiak, minden olyan módszert nyugodtan használhatunk, melyek egy bizonyos megengedett hibahatáron belül reprodukálhatóak (v. ö. *Telegdy—Kováts* 1938.).

Több módszer összehasonlítása után vizsgálatainkat az egyik legklasszikusabb, az u. n. *Cross-Bevan*-féle klórozási eljárással végeztük (*Klein* 1932, III/1 : 8), még pedig a 2. ábrán látható *Weihe—Phillips*-féle egyszerűsített klórozó készülékben (*Weihe—Phillips* 1947. 80—82.).

Az ammóniumoxalátos extrakció után visszamaradt anyagot *L* szűrőtégelyben kissé megnedvesítjük, a vizet leszívatjuk róla és az egészet a készülék *K* klórozó terébe helyezzük, melyet kívülről olvadó jéggel legalább +10 C°-ra hűtünk a sósavas hidrolízis és a felmelegedés mérséklése céljából. *G* mosópalackot zárt *b* és nyitott *a* csap mellett klórgázzal töltjük meg. (Eközben a *G* mosópalackban levő telített NaCl oldat *F* palackba nyomódik át. Hogy mindig ugyanannyi klórgázt adjunk, ezen a mosópalackon a feltöltés nivóját megjelöljük.) Ezután zárt *b* csap, nyitott *c*, *d*, *e* csap mellett *H* szívópalackon keresztül *K* klórozó kamrát evakuáljuk, amiről a manométer állása győz meg. A *d* és *e* csapok zárása után (zárt *a* csap!) *b* csapot óvatosan nyitjuk, miközben *G* palackból a klórgáz *K* edénybe jut. A kb. 1 Atm nyomásnak megfelelő folyadékszintet *G* mosópalackon megjelöljük a munka elején. Amikor a klórozás közben elhasználódott gáz hiánya miatt a nyomás a klórozó térben csökkenni kezd (a NaCl-oldat szintje a palackban emelkedik), akkor az *a* csap óvatos nyitásával a folya-

déknívót kellő szintre állítjuk be, miáltal a közel 1 Atm. nyomást állandóan biztosítjuk.

5 perces klórozás után, mikor az anyag már több klórgázt nem adszorbeál, zárjuk *a*, *b*, *c* csapokat és *K* edényből a tégelyt kivéve az anyagot hidegvízzel és 3%-os kénessav oldattal átmoszuk. Utána frissen készített 2%-os nátrium-szulfid oldattal mossuk, majd a tégelyt alul gumidugóval elzárva 2% nátrium-szulfid oldattal feltöltjük és fél óráig gyakori keverés közben forró vízfürdőn tartjuk. Forró vízzel mossuk, míg nátriumszulfid-mentes lesz és az egész eljárást megismétljük, amíg a rostok egyenletesen fehérnek nem látszanak és nátrium-szulfittal csak egészen gyenge rózsás színt mutatnak. Az utolsó kezelés után



2. ábra. A klórozó berendezés (magyarázat a szövegben)

0,1%-os káliumpermanganáttal 10 percig állni hagyjuk az anyagot, leszivatjuk, majd 3%-os kénessavval, bő vízzel, végül alkohollal és éterrel mossuk. 60 C°-on vákuumban szárítjuk és mérjük.

Növényeinknél általában 5—6-szoros klórozás elégséges volt, de egyes mintáknál, különösen szalmarészeknél néha tízszer is meg kellett ismételni.

A munkához szükséges klórgázt legegyszerűbben klórgáz-bombából nyerhetjük, mi ennek hiányában magunk állítottuk elő káliumpermanganát és sósav segítségével (Vanino 1925. 34—35.).

Ennek a módszernek keresztülvitele kissé körülményes, hosszadalmas és meglehetősen nagy körütekintést kíván. Olyan helyeken, ahol a berendezés összeállítása nehézségekbe ütközik, vagy a klórgázzal való munka veszélyt jelent, nem alkalmazható. Helyette ajánlunk egy másik, általunk kipróbált és a *Cross-Bevan*-módszerrel összehasonlított eljárást, mely sokkal kisebb felszereléssel, rövidebb idő alatt és mégis megfelelő pontossággal keresztülvihető. Ez az ú. n. *Scharrer-Kürschner* nyerscellulóze (cellulóze + cellulózán) meghatározás (v. ö. *Telegdy-Kováts* 1938.).

3 g szárazanyagot magas, karcsú pohárban 75 ml 70%-os ecetsav, 5 ml 1,4 fs salétromsav és 1 g triklórecetsav keverékével 30 percig forralunk. G 1 üvegszűrőn leszűrjük és mossuk a következőképpen: 7—10 ml *forró* savkeverék, *forró* víz, alkohol (20 ml), végül 5—10 ml éterrel szivatjuk át. 105 C°-on súlyállandóságig szárítjuk. Mindkét módszernél a lemért anyag tetszőleges részéből hamumeghatározást végeztünk. Összehasonlításul közöljük ugyanazon növényi anyagból a két módszerrel kapott holocellulóze értékeket. (III. Táblázat.)

III. Táblázat : Két módszer cellulóze meghatározásának összehasonlítása.

Cross-Bevan	32,61%	30,95%	31,15%
Scharrer-Kürschner ...	29,59%	29,16%	29,19%

Lignin. Kb. 2 g kiszárított és alkohol-benzollal extrahált növényi anyagot 100 ml-es főzőpohárban 25 ml sósavas cinkklorid oldattal öntünk le (40% cinkklorid oldva 37%-os sósavban). 10 óra hosszat többszöri felrázás közben szobahőmérsékleten inkubáljuk. Ezután a pohár tartalmát 500 ml-es hengerpohárba vesszük, deszt. vízzel 400 ml-re hígítjuk és a szuszpenziót 10 percig főzzük. Lemért kvantitatív szűrőpapíron szűrjük, forró vízzel alaposan kimossuk, 105 fokon szárítjuk és mérjük. A párhuzamos meghatározások egyikét a visszamaradt ásványi alkatrészek meghatározása céljából elhamvasztottuk, a másiktól nitrogén-meghatározást végeztünk (*Popoff*, 1944. 258.).

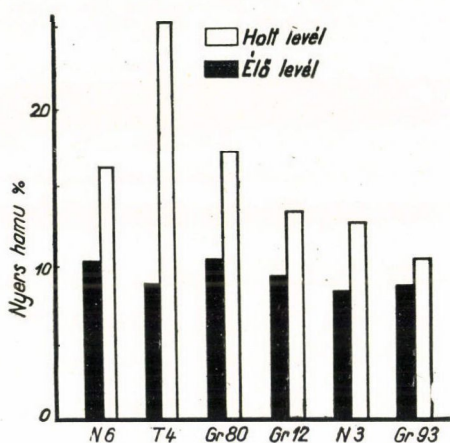
A vizsgálati eredmények

Analíziseink számszerű eredményét a IV. Táblázatban foglaltuk össze. Elég egy pillantást vetnünk ennek a táblázatnak adataira, hogy igazolva lássuk eljárásunk helyességét, hogy növényeinkből különböző frakciókat csináltunk, mert ugyanannak a fűnek különböző testrészei között is igen nagy különbség van a kémiai összetétel szempontjából. Ezt látjuk pl. az élő és holt rével nyershamu és nitrogén tartalma esetében is (3. és 4. ábra).

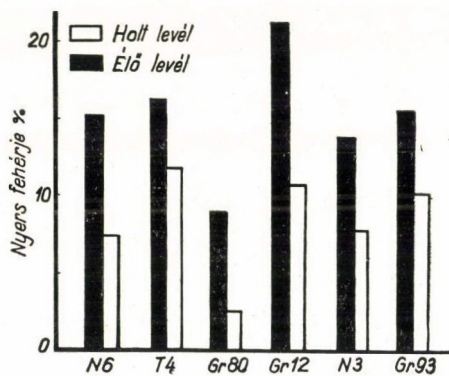
Itt kell felhívni a figyelmet arra, hogy a %-os összetétel önmagában még nem elég annak megállapítására, hogy a kérdéses fű milyen helyet foglal el a füves vetésforgó szempontjából fontos növények rangsorában. Nyilvánvaló,

hogy ehhez ismernünk kell a területegységre eső termelést is, sőt ezen túlmenőleg az egyes füvek termésének kiszámításánál figyelembe kell vennünk a különböző testrészek, frakciók arányát, mert csak így dönthető el, hogy az mennyi tápanyagot, illetve nehezen lebontható szerves vegyületet juttat a talajba.

Érdemes összehasonlítást tennünk a különböző részek fehérje és nyersrost-tartalmát illetően. Az össz-nitrogén (fehérje) és cellulóze + lignin (nyers rost) értékek aránya arranzve nyújt felvilágosítást, hogy valamely fű inkább takarmányozás, vagy inkább a talajjavítás céljára alkalmas-e? Takarmányozás-tanilag hasonlóan fontos lenne a keményítő tartalom ismerete, de ezzel most nem foglalkoztunk.



3. ábra. Füveink élő és holt levelének hamutartalma (szárazanyag %)

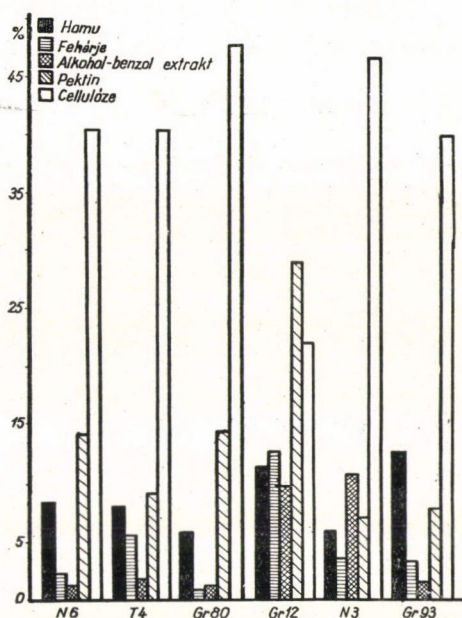


4. ábra. Füveink élő és holt levelének fehérjetartalma (szárazanyag %)

A nyers rost és a tápanyag tartalom arányán alapuló értékelés helyességét a *Festuca pratensis* és *F. arundinacea* élő levelének vizsgálatán mutathatjuk be. A *F. pratensis* levelében viszonylag alacsony rost és magas nitrogén tartalmat találunk míg a *F. arundinacea*-nál az arány fordított: magas cellulóze-tartalom mellett a nitrogén érték kicsi. A gyakorlati szakember számára ennek a két fajnak a példája nem újdonság, hiszen tudvalevő, hogy a *F. pratensis* egyike legértékesebb takarmányfüveinknek s vele szemben a *F. arundinacea* nagy rosttartalma miatt háttérbe szorul, de módszertanilag érdemes felfigyelni rá.

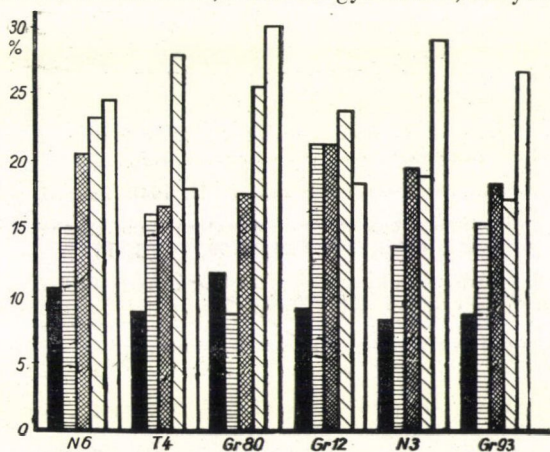
Ilyen alapon tűnnek ki vizsgált füveink közül a *Poa pratensis* és a két szkleromorfiás *Festuca* (*F. rubra* és *F. valesiaca*), amelyek magas nyers rost (nehezen mineralizálódó szerves anyag) tartalmuk mellett bőségesen tartalmazzanak nitrogént (fehérjét) is. Bár ezek kis növéssű füvek, de különösen homokos talajon, ahol az élénk humifikáció miatt a humuszfelhalmozódás nehezen történhet meg, nem hiányozhatnak a gyeptakaróból.

Ha a szalmatorzsa kémiai összetételét összehasonlítjuk az élő frakciók (különösen a levél) analíziseivel (5.—6. ábra), megerősítve látjuk *Viljamsz*



5. ábra. A szalmatorzsa összetétele a vizsgált fűvek esetében

(1950. 354.) felfogását, hogy az évelő fűvek élő tarlómaradványai a talaj élete szempontjából sokkal fontosabbak, mint az egyéveseké, melyeknek holt torzsája



6. ábra. A vizsgált fűvek élő levelének összetétele (jelmagyarázat az 5. ábrán)

a szalmatorzsa összetételéhez áll egészen közel, tehát hiányzik belőle az a sokféle értékes anyag, mely az élő részekben ezzel szemben megtalálható. (Alkohol-

benzol extrakt, pektin anyagok, ammóniumoxalát extrakt). Ezek az anyagok különösen a talaj mikroorganizmusai számára fontosak (*Geller—Hariton* 1951 : 113.).

Vizsgálatainkból kivüláglik az is, hogy nemcsak a rendszertanilag egymástól távolálló fajok kémiai összetétele különbözik lényegesen, hanem a rokonfüveké is. Pl. az egymáshoz közelálló két *Dactylis*, vagy a *Festuca pratensis* és *F. arundinacea* között is lényegbevágó differenciák vannak. Ezek arra figyelmeztetnek, hogy ilyen alapon az egyes fajokon belüli alakok (törzsek, fajták, változatok, alfajok stb.) között is kereshetünk különbségeket. (*Felföldy* 1951).

Végül az elmondottakból világosan látszik, hogy a füves vetésforgó problémájával érdemes kémiai alapon foglalkozni és szükség van további kiterjedtebb kémiai vizsgálatokra. Az általunk használt és itt részletezett módszereket bátran ajánljuk azoknak a gyakorlati szakembereknek, akik egyszerű felszereléssel tömeges vizsgálatokat szándékoznak elvégezni.

I R O D A L O M

Brown, E. M.: Seasonal variations in the growth and chemical composition of Kentucky bluegrass. 1943. Res. Bull. Univ. Missouri, **360**, pp. 56.

Felföldy L.: Természetes poliploid növények összehasonlító vizsgálata. II. Természetes poliploid füvek kémiai összetételéről. 1951. Agrokémia, **1**, 1951.

Geller, I. A. i. E. G. Hariton: Azotobakter v pocsve travopolynogo szevooborota. 1951. Mikrobiológiája, **20**, 113—120.

Groák, L.: Kombiniertes Indikator zur Azidimetrie. 1931. Bioch. Z. **244**, 294—295.

Klein, H.: Handbuch der Pflanzenanalyse. 1932. Bd. III/1. Wien.

Murer, H. K.: The determination of Calcium. 1937. Ind. a. Eng. Chem. **9**, 27.

Phillips, M., B. L. Davis, H. D. Weihe: Composition of the tops and roots of the timothy plant at successive stages of growth. 1942. J. Agric. Res. **64**, 533—546.

Phillips, M., M. J. Goss, B. L. Davis and H. Stevens: Composition of the various parts of the oat plant at successive stages of growth, with special reference to the formation of lignin. 1939. J. Agric. Res. **59**, 319—366.

Popoff, I. D.: Chemische Beurteilung von Rohfaser und N-freien Extraktstoffen in Pflanzensubstanzen. 1944. Bodenkunde u. Pflanzenernährung, **33**, 257—274.

Sarudi, I.: Szervetlen mennyiségi analisis, I—II. 1948. Szeged, pp. 572.

Stoddart, L. A.: Chemical composition of wheatgrass and its response to season. 1945. Farm and Home Sci. **6**, 5—15. (Biol. Abst. **19**, 1790, 16505, 1945.)

Telegdy-Kováts L.: Adatok a hazai kakaótermékek összetételének ismeretéhez. 4. 1938. A nyers rost, illetőleg nyers cellulóz meghatározásának problémája. Mezg. Kut. **11**, 45—54.

Urbach, C.: Quantitative Bestimmung des Gesamtphosphors und anorganischen Phosphors im Harn mittels des Stufenphotometers. 1931. Bioch. Z. **241**, 28—41.

Vanino, L.: Handbuch der präparativen Chemie, I—II. 1925. Stuttgart, pp. 852.

Viljamsz, V. R.: Talajtan, a földművelés alapja. 1950. Budapest, pp. 472.

Weihe, H. D. and M. Phillips: The quantitative estimation of hemicelluloses by direct-solution. 1947. J. Agric. Res. **74**, 77—85.

Weinmann, H.: Seasonal growth and changes in chemical composition of the herbage on Marandellas Sandveld. 1948. Rhodesia Agric. J. **45**, 119—131. (Biol. Abst. **23**, 207, 1787, 1949.)